

全国重点名校系列

新版

# 全国硕士研究生招生考试 考研专业课精品资料

【电子书】2024年北京大学

852集成电路基础考研精品资料

策划：辅导资料编写组

真题汇编 直击考点  
考研笔记 突破难点  
核心题库 强化训练  
模拟试题 查漏补缺

高分子长学姐推荐



## 【初试】2024 年北京大学 852 集成电路基础考研精品资料

说明：本套资料由高分研究生潜心整理编写，高清 PDF 电子版支持打印，考研推荐资料。

## 一、重点名校真题汇编

## 1. 附赠重点名校：材料力学 2016-2020 年考研真题汇编（暂无答案）

说明：赠送重点名校考研真题汇编，因不同院校真题相似性极高，甚至部分考题完全相同，建议考生备考过程中认真研究其他院校的考研真题。

## 二、2024 年北京大学 852 集成电路基础考研资料

## 2. 《电子技术基础（数字部分）》考研相关资料

## (1) 《电子技术基础（数字部分）》[笔记+课件+提纲]

## ①北京大学 852 集成电路基础之《电子技术基础（数字部分）》考研复习笔记。

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段推荐资料。

## ②北京大学 852 集成电路基础之《电子技术基础（数字部分）》本科生课件。

说明：参考书配套授课 PPT 课件，条理清晰，内容详尽，版权归属制作教师，本项免费赠送。

## ③北京大学 852 集成电路基础之《电子技术基础（数字部分）》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

## 3. 《数字电子技术基础》考研相关资料

## (1) 《数字电子技术基础》[笔记+课件+提纲]

## ①北京大学 852 集成电路基础之《数字电子技术基础》考研复习笔记。

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段推荐资料。

## ②北京大学 852 集成电路基础之《数字电子技术基础》本科生课件。

说明：参考书配套授课 PPT 课件，条理清晰，内容详尽，版权归属制作教师，本项免费赠送。

## ③北京大学 852 集成电路基础之《数字电子技术基础》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

## 4. 北京大学 852 集成电路基础考研核心题库（含答案）

## ①北京大学 852 集成电路基础考研核心题库之数字电子技术基础分析计算题精编。

## ②北京大学 852 集成电路基础考研核心题库之数字电子技术基础简答题精编。

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习推荐资料。

## 5. 北京大学 852 集成电路基础考研题库[仿真+强化+冲刺]

## ①2024 年北京大学 852 集成电路基础之数字电子技术基础考研专业课五套仿真模拟题。

说明：严格按照本科目最新专业课真题题型和难度出题，共五套全仿真模拟试题含答案解析。

## ②2024 年北京大学 852 集成电路基础之数字电子技术基础考研强化五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课强化检测使用。共五套强化模拟题，均含有详细答案解析，考研强化复习推荐。

## ③2024 年北京大学 852 集成电路基础之数字电子技术基础考研冲刺五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课冲刺检测使用。共五套冲刺预测试题，均有详细答案解析，最后冲刺推荐资料。

### 三、电子版资料全国统一零售价

6. 本套考研资料包含以上一、二部分（高清 PDF 电子版，不含教材），全国统一零售价：[¥]

#### 特别说明：

- ①本套资料由本机构编写组按照考试大纲、真题、指定参考书等公开信息整理收集编写，仅供考研复习参考，与目标学校及研究生院官方无关，如有侵权、请联系我们将立即处理。
- ②资料中若有真题及课件为免费赠送，仅供参考，版权归属学校及制作老师，在此对版权所有者表示感谢，如有异议及不妥，请联系我们，我们将无条件立即处理！

### 四、2024 年研究生入学考试指定/推荐参考书目（资料不包括教材）

7. 北京大学 852 集成电路基础考研初试参考书

数字电子技术基础 康华光 高等教育出版社

数字电子技术基础 闫石 高等教育出版社

### 五、本套考研资料适用院系

深圳研究生院

集成电路学院

#### 版权声明

编写组依法对本书享有专有著作权，同时我们尊重知识产权，对本电子书部分内容参考和引用的市面上已出版或发行图书及来自互联网等资料的文字、图片、表格数据等资料，均要求注明作者和来源。但由于各种原因，如资料引用时未能联系上作者或者无法确认内容来源等，因而有部分未注明作者或来源，在此对原作者或权利人表示感谢。若使用过程中对本书有任何疑问请直接联系我们，我们会在第一时间与您沟通处理。

因编撰此电子书属于首次，加之作者水平和时间所限，书中错漏之处在所难免，恳切希望广大考生读者批评指正。

## 目录

封面.....	1
目录.....	4
2024 年北京大学 852 集成电路基础备考信息 .....	10
北京大学 852 集成电路基础考研初试参考书目.....	10
北京大学 852 集成电路基础考研招生适用院系.....	10
2024 年北京大学 852 集成电路基础考研核心笔记 .....	11
《电子技术基础（数字部分）》考研核心笔记.....	11
第 1 章 数字逻辑概论 .....	11
考研提纲及考试要求 .....	11
考研核心笔记 .....	11
第 2 章 逻辑代数与硬件描述语言基础 .....	16
考研提纲及考试要求 .....	16
考研核心笔记 .....	16
第 3 章 逻辑门电路 .....	26
考研提纲及考试要求 .....	26
考研核心笔记 .....	26
第 4 章 组合逻辑电路 .....	49
考研提纲及考试要求 .....	49
考研核心笔记 .....	49
第 5 章 锁存器和触发器 .....	73
考研提纲及考试要求 .....	73
考研核心笔记 .....	73
第 6 章 时序逻辑电路 .....	78
考研提纲及考试要求 .....	78
考研核心笔记 .....	78
第 7 章 存储器、复杂可编程器件 .....	80
考研提纲及考试要求 .....	80
考研核心笔记 .....	80
第 8 章 脉冲波形的变换与产生 .....	92
考研提纲及考试要求 .....	92
考研核心笔记 .....	92
第 9 章 数模与模数转换电路 .....	105
考研提纲及考试要求 .....	105
考研核心笔记 .....	105
《数字电子技术基础》考研核心笔记 .....	118

第 1 章 数制和码制 .....	118
考研提纲及考试要求 .....	118
考研核心笔记 .....	118
第 2 章 逻辑代数基础 .....	123
考研提纲及考试要求 .....	123
考研核心笔记 .....	123
第 3 章 门电路 .....	128
考研提纲及考试要求 .....	128
考研核心笔记 .....	128
第 4 章 组合逻辑电路 .....	136
考研提纲及考试要求 .....	136
考研核心笔记 .....	136
第 5 章 触发器 .....	146
考研提纲及考试要求 .....	146
考研核心笔记 .....	146
第 6 章 时序逻辑电路 .....	154
考研提纲及考试要求 .....	154
考研核心笔记 .....	154
第 7 章 半导体存储器 .....	158
考研提纲及考试要求 .....	158
考研核心笔记 .....	158
第 8 章 可编程逻辑器件 .....	161
考研提纲及考试要求 .....	161
考研核心笔记 .....	161
第 9 章 硬件描述语言简介 .....	164
考研提纲及考试要求 .....	164
考研核心笔记 .....	164
第 10 章 脉冲波形的产生和整形 .....	168
考研提纲及考试要求 .....	168
考研核心笔记 .....	168
第 11 章 数-模和模-数转换 .....	174
考研提纲及考试要求 .....	174
考研核心笔记 .....	174
<b>2024 年北京大学 852 集成电路基础考研辅导课件 .....</b>	<b>178</b>
《电子技术基础（数字部分）》考研辅导课件 .....	178
《数字电子技术基础》考研辅导课件 .....	267
<b>2024 年北京大学 852 集成电路基础考研复习提纲 .....</b>	<b>330</b>
《电子技术基础（数字部分）》考研复习提纲 .....	330

《电子技术基础（数字部分）》考研复习提纲.....	331
<b>2024 年北京大学 852 集成电路基础考研核心题库.....</b>	<b>334</b>
《数字电子技术基础》考研核心题库之分析计算题精编.....	334
《数字电子技术基础》考研核心题库之简答题精编.....	383
<b>2024 年北京大学 852 集成电路基础考研题库[仿真+强化+冲刺].....</b>	<b>453</b>
北京大学 852 集成电路基础之数字电子技术基础考研仿真五套模拟题.....	453
2024 年数字电子技术基础五套仿真模拟题及详细答案解析（一）.....	453
2024 年数字电子技术基础五套仿真模拟题及详细答案解析（二）.....	465
2024 年数字电子技术基础五套仿真模拟题及详细答案解析（三）.....	480
2024 年数字电子技术基础五套仿真模拟题及详细答案解析（四）.....	494
2024 年数字电子技术基础五套仿真模拟题及详细答案解析（五）.....	507
北京大学 852 集成电路基础之数字电子技术基础考研强化五套模拟题.....	522
2024 年数字电子技术基础五套强化模拟题及详细答案解析（一）.....	522
2024 年数字电子技术基础五套强化模拟题及详细答案解析（二）.....	533
2024 年数字电子技术基础五套强化模拟题及详细答案解析（三）.....	544
2024 年数字电子技术基础五套强化模拟题及详细答案解析（四）.....	558
2024 年数字电子技术基础五套强化模拟题及详细答案解析（五）.....	575
北京大学 852 集成电路基础之数字电子技术基础考研冲刺五套模拟题.....	589
2024 年数字电子技术基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（一）.....	589
2024 年数字电子技术基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（二）.....	601
2024 年数字电子技术基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（三）.....	615
2024 年数字电子技术基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（四）.....	628
2024 年数字电子技术基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（五）.....	641
<b>附赠重点名校：材料力学 2016-2022 年考研真题汇编（暂无答案）.....</b>	<b>654</b>
第一篇、2022 年材料力学考研真题汇编.....	654
2022 年河北科技大学 809 材料力学一考研专业课真题.....	654
2022 年武汉大学 806 材料力学考研专业课真题.....	659
2022 年沈阳工程大学材料力学考研专业课真题.....	662
2022 年西南科技大学 815 材料力学考研专业课真题.....	665
2022 年扬州大学 843 材料力学考研专业课真题.....	667
2022 年暨南大学 819 材料力学考研专业课真题.....	671
2022 年河北科技大学 819 材料力学考研专业课真题.....	675
第二篇、2021 年材料力学考研真题汇编.....	679
2021 年河北科技大学 809 材料力学一考研专业课真题.....	679
2021 年河北科技大学 824 材料力学二考研专业课真题.....	682
2021 年湖北汽车工业学院 810 材料力学考研专业课真题.....	685
2021 年宁波大学 923 材料力学考研专业课真题.....	691
2021 年沈阳工业大学 815 材料力学考研专业课真题.....	696

2021 年沈阳农业大学 901 材料力学考研专业课真题 .....	699
2021 年扬州大学 843 材料力学考研专业课真题 .....	701
2021 年浙江工业大学 816 材料力学（Ⅰ）考研专业课真题 .....	706
2021 年浙江工业大学 854 材料力学（Ⅱ）考研专业课真题 .....	709
2021 年浙江工业大学 912 材料力学（Ⅲ）考研专业课真题 .....	712
2021 年浙江工业大学 945 材料力学（Ⅳ）考研专业课真题 .....	715
第三篇、2020 年材料力学考研真题汇编 .....	718
2020 年河北建筑工程学院 801 材料力学考研专业课真题 .....	718
2020 年西安建筑科技大学 801 材料力学考研专业课真题 .....	721
2020 年青岛理工大学 803 材料力学考研专业课真题 .....	724
2020 年长沙理工大学 809 材料力学考研专业课真题 .....	727
2020 年河北科技大学 809 材料力学考研专业课真题 .....	730
2020 年沈阳农业大学 811 材料力学考研专业课真题 .....	734
2020 年三峡大学 811 材料力学考研专业课真题 .....	736
2020 年沈阳工业大学 815 材料力学考研专业课真题 .....	740
2020 年青岛理工大学 815 材料力学考研专业课真题 .....	743
2020 年西南科技大学 815 材料力学考研专业课真题 .....	748
2020 年浙江工业大学 816 材料力学Ⅰ 考研专业课真题 .....	751
2020 年湖南科技大学 819 材料力学考研专业课真题 .....	755
2020 年河北科技大学 824 材料力学二考研专业课真题 .....	758
2020 年扬州大学 843 材料力学考研专业课真题 .....	762
2020 年浙江工业大学 816 材料力学Ⅱ 考研专业课真题 .....	767
2020 年河北建筑工程学院 901 材料力学考研专业课真题 .....	770
2020 年沈阳农业大学 901 材料力学（专硕）考研专业课真题 .....	774
2020 年浙江工业大学 912 材料力学Ⅲ 考研专业课真题 .....	776
2020 年浙江工业大学 945 材料力学Ⅳ 考研专业课真题 .....	779
2020 年汕头大学 831 材料力学（土木）考研专业课真题 .....	782
第四篇、2019 年材料力学考研真题汇编 .....	786
2019 年常州大学 805 材料力学考研专业课真题 .....	786
2019 年江苏大学 802 材料力学考研专业课真题 .....	789
2019 年青岛理工大学 803 材料力学（2019）考研专业课真题 .....	791
2019 年青岛理工大学 815 材料力学（2019）考研专业课真题 .....	795
2019 年三峡大学 811 材料力学 A 卷考研专业课真题 .....	799
2019 年沈阳工业大学 815 材料力学考研专业课真题 .....	803
2019 年沈阳农业大学 811 材料力学 2019 考研专业课真题 .....	806
2019 年西安建筑科技大学 801 材料力学考研专业课真题 .....	811
2019 年长沙理工大学 809 材料力学考研专业课真题 .....	815
第五篇、2018 年材料力学考研真题汇编 .....	818
2018 年宁波大学 923 材料力学考研专业课真题 .....	818
2018 年石家庄铁道大学 801 材料力学考研专业课真题 .....	823

## 2024 年北京大学 852 集成电路基础备考信息

### 北京大学 852 集成电路基础考研初试参考书目

数字电子技术基础 康华光 高等教育出版社

数字电子技术基础 闫石 高等教育出版社

### 北京大学 852 集成电路基础考研招生适用院系

深圳研究生院

集成电路学院

考研云分享  
kaoyany.top



## 2024 年北京大学 852 集成电路基础考研核心笔记

## 《电子技术基础（数字部分）》考研核心笔记

## 第 1 章 数字逻辑概论

## 考研提纲及考试要求

考点：模拟信号和数字信号

考点：正逻辑与负逻辑

考点：数字信号的主要参数

考点：数字电路

考点：不同数制之间的相互转换

## 考研核心笔记

## 【核心笔记】数字电路的基本概念

## 1. 模拟信号和数字信号

电子电路中的信号可以分为两大类：模拟信号和数字信号。

模拟信号——时间连续、数值也连续的信号。

数字信号——时间上和数值上均是离散的信号。（如电子表的秒信号、生产流水线上记录零件个数的计数信号等。这些信号的变化发生在一系列离散的瞬间，其值也是离散的。）

数字信号只有两个离散值，常用数字 0 和 1 来表示，注意，这里的 0 和 1 没有大小之分，只代表两种对立的状态，称为逻辑 0 和逻辑 1，也称为二值数字逻辑。

数字信号在电路中往往表现为突变的电压或电流，如图 1.1.1 所示。该信号有两个特点：

(1) 信号只有两个电压值，5V 和 0V。我们可以用 5V 来表示逻辑 1，用 0V 来表示逻辑 0；当然也可以用 0V 来表示逻辑 1，用 5V 来表示逻辑 0。因此这两个电压值又常被称为逻辑电平。5V 为高电平，0V 为低电平。

(2) 信号从高电平变为低电平，或者从低电平变为高电平是一个突然变化的过程，这种信号又称为脉冲信号。

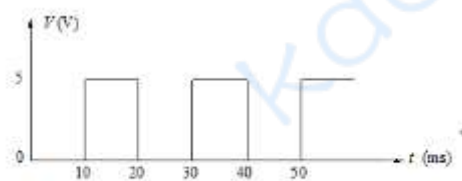


图 1.1.1 典型的数字信号

## 2. 正逻辑与负逻辑

如上所述，数字信号是一种二值信号，用两个电平（高电平和低电平）分别来表示两个逻辑值（逻辑 1 和逻辑 0）。那么究竟是用哪个电平来表示哪个逻辑值呢？

两种逻辑体制：

(1) 正逻辑体制规定：高电平为逻辑 1，低电平为逻辑 0。

(2) 负逻辑体制规定：低电平为逻辑 1，高电平为逻辑 0。

如果采用正逻辑，图 1.1.1 所示的数字电压信号就成为如图 1.1.2 所示逻辑信号。

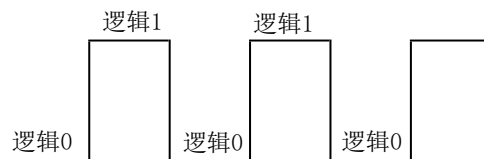


图 1.1.2 逻辑信号

### 3. 数字信号的主要参数

一个理想的周期性数字信号，可用以下几个参数来描绘，见图 1.1.3。

$V_m$ ——信号幅度。它表示电压波形变化的最大值。

$T$ ——信号的重复周期。信号的重复频率  $f=1/T$ 。

$t_w$ ——脉冲宽度。它表示脉冲的作用时间。

$q$ ——占空比。它表示脉冲宽度  $t_w$  占整个周期  $T$  的百分比，其定义为：

$$q(\%) = \frac{t_w}{T} \times 100\%$$

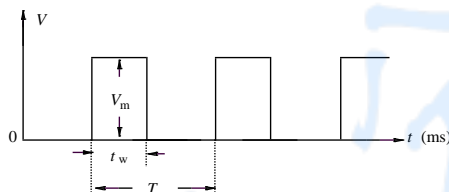


图 1.1.3 理想的周期性数字信号

图 1.1.4 所示为三个周期相同 ( $T=20\text{ms}$ )，但幅度、脉冲宽度及占空比各不相同的数字信号。

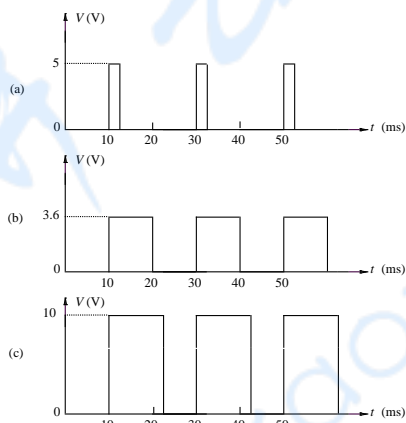


图 1.1.4 周期相同的三个数字信号。

(a) :  $V_m=5\text{V}$   $q<50\%$  (b) :  $V_m=3.6\text{V}$   $q=50\%$  (c) :  $V_m=10\text{V}$   $q>50\%$

### 4. 数字电路

传递与处理数字信号电子电路称为数字电路。数字电路与模拟电路相比主要有下列优点：

- (1) 由于数字电路是以二值数字逻辑为基础的，只有 0 和 1 两个基本数字，易于用电路来实现，比如可用二极管、三极管的导通与截止这两个对立的状态来表示数字信号的逻辑 0 和逻辑 1。
- (2) 由数字电路组成的数字系统工作可靠，精度较高，抗干扰能力强。它可以通过整形很方便地去除叠加于传输信号上的噪声与干扰，还可利用差错控制技术对传输信号进行查错和纠错。
- (3) 数字电路不仅能完成数值运算，而且能进行逻辑判断和运算，这在控制系统中是不可缺少的。
- (4) 数字信息便于长期保存，比如可将数字信息存入磁盘、光盘等长期保存。
- (5) 数字集成电路产品系列多、通用性强、成本低。

由于具有一系列优点，数字电路在电子设备或电子系统中得到了越来越广泛的应用，计算机、计算器、电视机、音响系统、视频记录设备、光碟、长途电信及卫星系统等，无一不采用了数字系统。

### 【核心笔记】数制

#### 1. 几种常用的计数体制

- (1) 十进制(Decimal)
- (2) 二进制(Binary)
- (3) 十六进制(Hexadecimal)与八进制 (Octal)

#### 2. 不同数制之间的相互转换

- (1) 二进制转换成十进制

例 1.2.1 将二进制数 10011.101 转换成十进制数。

解：将每一位二进制数乘以位权，然后相加，可得：

$$(10011.101)_B = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = (19.625)_D$$

- (2) 十进制转换成二进制

可用“除 2 取余”法将十进制的整数部分转换成二进制。

例 1.2.2 将十进制数 23 转换成二进制数。

解：根据“除 2 取余”法的原理，按如下步骤转换：

2	23	·····余1	$b_0$	↑ 读 取 次 序
2	11	·····余1	$b_1$	
2	5	·····余1	$b_2$	
2	2	·····余0	$b_3$	
2	1	·····余1	$b_4$	
	0			

则  $(23)_D = (10111)_B$

可用“乘 2 取整”的方法将任何十进制数的纯小数部分转换成二进制数。

例 1.2.3 将十进制数  $(0.562)_D$  转换成误差  $\varepsilon$  不大于  $2^{-6}$  的二进制数。

解：用“乘 2 取整”法，按如下步骤转换取整：

$$0.562 \times 2 = 1.124 \quad \cdots \cdots 1 \quad \cdots \cdots b-1$$

$$0.124 \times 2 = 0.248 \quad \cdots \cdots 0 \quad \cdots \cdots b-2$$

$$0.248 \times 2 = 0.496 \quad \cdots \cdots 0 \quad \cdots \cdots b-3$$

$$0.496 \times 2 = 0.992 \quad \cdots \cdots 0 \quad \cdots \cdots b-4$$

$$0.992 \times 2 = 1.984 \quad \cdots \cdots 1 \quad \cdots \cdots b-5$$

由于最后的小数  $0.984 > 0.5$ ，根据“四舍五入”的原则， $b-6$  应为 1。因此  $(0.562)_D = (0.100011)_B$ ，其误差  $\varepsilon < 2^{-6}$ 。

- (3) 二进制转换成十六进制

由于十六进制基数为 16，而  $16 = 2^4$ ，因此，4 位二进制数就相当于 1 位十六进制数。

因此，可用“4 位分组”法将二进制数化为十六进制数。

例 1.2.4 将二进制数 1001101.100111 转换成十六进制数

解：  $(1001101.100111)_B = (0100\ 1101.1001\ 1100)_B = (4D.9C)_H$

同理，若将二进制数转换为八进制数，可将二进制数分为 3 位一组，再将每组的 3 位二进制数转换成一位 8 进制即可。

- (4) 十六进制转换成二进制

由于每位十六进制数对应于 4 位二进制数，因此，十六进制数转换成二进制数，只要将每一位变成 4 位二进制数，按位的高低依次排列即可。

例 1.2.5 将十六进制数 6E.3A5 转换成二进制数。

解：(6E.3A5)<sub>H</sub>=(110 1110. 0011 1010 0101)<sub>B</sub>

同理，若将八进制数转换为二进制数，只须将每一位变成 3 位二进制数，按位的高低依次排列即可。

(6) 十六进制转换成十进制

可由“按权相加”法将十六进制数转换为十进制数。

例 1.2.6 将十六进制数 7A.58 转换成十进制数。

解：

$$\begin{aligned}(7A.58)_{\text{H}} &= 7 \times 16^1 + 10 \times 16^0 + 5 \times 16^{-1} + 8 \times 16^{-2} \\ &= 112 + 10 + 0.3125 + 0.03125 = (122.34375)_{\text{D}}\end{aligned}$$

### 【核心笔记】二—十进制码

由于数字系统是以二值数字逻辑为基础的，因此数字系统中的信息（包括数值、文字、控制命令等）都是用一定位数的二进制码表示的，这个二进制码称为代码。

二进制编码方式有多种，二—十进制码，又称 BCD 码（Binary-Coded-Decimal），是其中一种常用的码。

BCD 码——用二进制代码来表示十进制的 0~9 十个数。

要用二进制代码来表示十进制的 0~9 十个数，至少要用 4 位二进制数。4 位二进制数有 16 种组合，可从这 16 种组合中选择 10 种组合分别来表示十进制的 0~9 十个数。选哪 10 种组合，有多种方案，这就形成了不同的 BCD 码。具有一定规律的常用的 BCD 码见表 1.3.1。

表 1.3.1 常用 BCD 码

十进制数	8421 码	2421 码	5421 码	余三码
0	0000	0000	0000	0011
1	0001	0001	0001	0100
2	0010	0010	0010	0101
3	0011	0011	0011	0110
4	0100	0100	0100	0111
5	0101	1011	1000	1000
6	0110	1100	1001	1001
7	0111	1101	1010	1010
8	1000	1110	1011	1011
9	1001	1111	1100	1100
位权	8421 $b_3b_2b_1b_0$	2421 $b_3b_2b_1b_0$	5421 $b_3b_2b_1b_0$	无权

注意，BCD 码用 4 位二进制码表示的只是十进制数的一位。如果是多位十进制数，应先将每一位用 BCD 码表示，然后组合起来。

例 1.3.1 将十进制数 83 分别用 8421 码、2421 码和余 3 码表示。

解：由表 1.3.1 可得

$$(83)_{\text{D}} = (1000\ 0011)_{8421}$$

$$(83)_{\text{D}} = (1110\ 0011)_{2421}$$

$$(83)_{\text{D}} = (1011\ 0110)_{\text{余}3}$$

还有一种常用的四位无权码叫格雷码（Gray），其编码如表 1.3.2 所示。这种码看似无规律，它是按照“相邻性”编码的，即相邻两码之间只有一位数字不同。格雷码常用于模拟量的转换中，当模拟量发生微小变化而可能引起数字量发生变化时，格雷码仅改变 1 位，这样与其他码同时改变两位或多位的情况相

## 《数字电子技术基础》考研核心笔记

## 第 1 章 数制和码制

## 考研提纲及考试要求

- 考点：数字量与模拟量
- 考点：数字信号的一些特点
- 考点：十进制数
- 考点：二进制数
- 考点：不同进制数的对照表

## 考研核心笔记

## 【核心笔记】概述

## 1. 数字量与模拟量

(1) 数字量：物理量的变化在时间上和数量上都是离散的。它们数值的大小和每次变化的增减变化都是某一个最小数量单位的整数倍，而小于这个最小数量单位的数值没有任何物理意义。

(2) 数字信号：表示数字量的信号。如矩形脉冲。

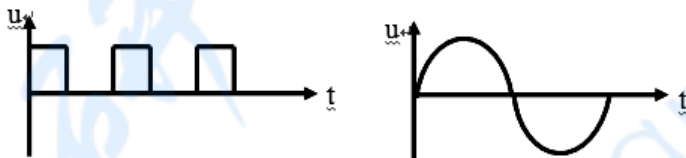
(3) 数字电路：工作在数字信号下的电子电路。

(4) 模拟量：物理量的变化在时间上和数值上都是连续的。

(5) 模拟信号：表示模拟量的信号。如正弦信号。

(6) 模拟电路：工作在模拟信号下的电子电路。

这个信号在连续变化过程中的任何一个取值都有具体的物理意义，即表示一个相应的温度。



## 2. 数字信号的一些特点

数字信号通常都是以数码形式给出的。

不同的数码不仅可以用来表示数量的不同大小，而且可以用来表示不同的事物或事物的不同状态。

## 【核心笔记】几种常用的数制

数制：把多位数码中每一位的构成方法以及从低位到高位进位的规则称为数制。

在数字电路中经常使用的计数进制有十进制、二进制和十六进制。有时也用到八进制。

## 1. 十进制数

十进制是日常生活中最常使用的进位计数制。在十进制数中，每一位有 0~9 十个数码，所以计数的基数是 10。超过 9 的数必须用多位数表示，其中低位和相邻高位之间的进位关系是“逢十进一”。

任意十进制数  $D$  的展开式：
$$D = \sum k_i 10^i$$

$k_i$  是第  $i$  位的系数，可以是 0~9 中的任何一个。

## 2.二进制数

二进制数的进位规则是“逢二进一”，其进位基数  $R=2$ ，每位数码的取值只能是 0 或 1，每位的权是 2 的幂。

任何一个二进制数，可表示为： $D = \sum k_i 2^i$

## 3.八进制数

八进制数的进位规则是“逢八进一”，其基数  $R=8$ ，采用的数码是 0、1、2、3、4、5、6、7，每位的权是 8 的幂。任何一个八进制数也可以表示为： $D = \sum k_i 8^i$

## 4.十六进制数

十六进制数的特点是：

(1) 采用的 16 个数码为 0、1、2、...、9、A、B、C、D、E、F。符号 A~F 分别代表十进制数的 10~15。

(2) 进位规则是“逢十六进一”，基数  $R=16$ ，每位的权是 16 的幂。

## 5.不同进制数的对照表

十进制	二进制	八进制	十六进制
00	0000	00	0
01	0001	01	1
02	0010	02	2
03	0011	03	3
04	0100	04	4
05	0101	05	5
06	0110	06	6
07	0111	07	7
08	1000	10	8
09	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

### 【核心笔记】不同数制间的转换

#### 1.二一十转换

二进制数转换成十进制数时，只要将二进制数按权展开，然后将各项数值按十进制数相加，便可得到等值的十进制数。

同理，若将任意进制数转换为十进制数，只需将数  $(N)_R$  写成按权展开的多项式表示式，并按十进制规则进行运算，便可求得相应的十进制数  $(N)_{10}$ 。

#### 2.十一二转换

①整数转换：除 2 取余法。

②小数转换：乘 2 取整法。

小数部分乘 2 取整的过程，不一定能使最后乘积为 0，因此转换值存在误差。通常在二进制小数的精度已达到预定的要求时，运算便可结束。

将一个带有整数和小数的十进制数转换成二进制数时，必须将整数部分和小数部分分别按除 2 取余法和乘 2 取整法进行转换，然后再将两者的转换结果合并起来即可。

同理，若将十进制数转换成任意 R 进制数(N)<sub>R</sub>，则整数部分转换采用除 R 取余法；小数部分转换采用乘 R 取整法。

### 3.二进制数与八进制数、十六进制数之间的相互转换

八进制数和十六进制数的基数分别为  $8=2^3$ ， $16=2^4$ ，所以三位二进制数恰好相当一位八进制数，四位二进制数相当一位十六进制数，它们之间的相互转换是很方便的。

二进制数转换成八进制数的方法是从小数点开始，分别向左、向右，将二进制数按每三位一组分组(不足三位的补 0)，然后写出每一组等值的八进制数。

二进制数转换成十六进制数的方法和二进制数与八进制数的转换相似，从小数点开始分别向左、向右将二进制数按每四位一组分组(不足四位补 0)，然后写出每一组等值的十六进制数。

八进制数、十六进制数转换为二进制数的方法可以采用与前面相反的步骤，即只要按原来顺序将每一位八进制数(或十六进制数)用相应的三位(或四位)二进制数代替即可。

### 【核心笔记】二进制算数运算

算术运算：当两个数码分别表示两个数量大小时，它们可以进行数量间的加、减、乘、除等运算。这种运算称为算术运算。

#### 1.二进制算数运算的特点

逢二进一

加法运算	减法运算	乘法运算	除法运算
$\begin{array}{r} 1101.01 \\ +1001.11 \\ \hline 10111.00 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1101.01 \\ -1001.11 \\ \hline 0011.10 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1101 \\ \times 110 \\ \hline 0000 \\ 1101 \\ 1101 \\ \hline 1001110 \end{array}$	$\begin{array}{r} 101 \cdots \text{商} \\ 101 \overline{)11011} \\ \underline{101} \\ 111 \\ \underline{101} \\ 10 \cdots \text{余数} \end{array}$

二进制算术运算的两个特点：

二进制的乘法运算可以通过若干次的“被乘数(或 0)左移 1 位”和“被乘数(或 0)与部分积相加”这两种操作完成；

二进制数的除法运算能通过若干次的“除数右移 1 位”和“从被除数或余数中减去除数”这两种操作完成。

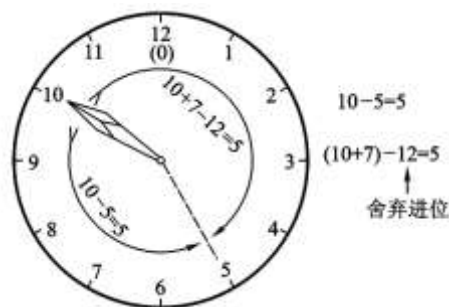
#### 2.原码、反码和补码和补码运算

二进制数的正、负表示方法通常采用的是在二进制数的前面增加一位符号位。这种形式的数称为原码。

原码：符号位为 0 表示这个数是正数，符号位为 1 表示这个数是负数。以下各位表示数值。

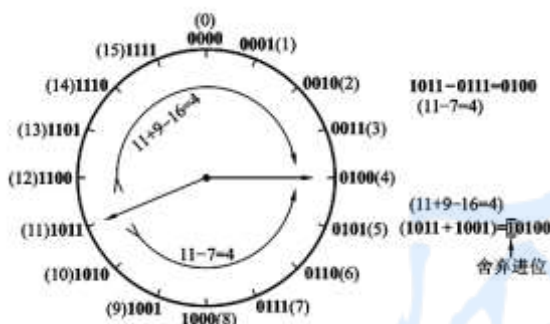
在做减法运算时，如果两个数是用原码表示的，则首先需要比较两数绝对值的大小，然后以绝对值大的一个作为被减数、绝对值小的一个作为减数，求出差值，并以绝对值大的一个数的符号作为差值的符号。这个操作过程比较麻烦，而且需要使用数值比较电路和减法运算电路。

如果用两数的补码相加代替上述减法运算，则计算过程中就无需使用数值比较电路和减法运算电路了，从而使减法运算器的电路结构大为简化。



10-5 的减法运算可以用 10+7 的加法运算代替。

因为 5 和 7 相加正好等于产生进位的模数 12, 所以称 7 为 -5 对模 12 的补数, 也称为补码 (complement)。在舍弃进位的条件下, 减去某个数可以用加上它的补码来代替。这个结论同样适用于二进制数的运算。



1011-0111=0100 的减法运算, 在舍弃进位的条件下, 可以用 1011+1001=0100 的加法运算代替。1001 是 0111 对模 16 的补码。

对于有效数字 (不包括符号位) 为  $n$  位的二进制数  $N$ , 它的补码  $(N)_{COMP}$  表示方法为

$$(N)_{COMP} = \begin{cases} N & (\text{当 } N \text{ 为正数}) \\ 2^n - N & (\text{当 } N \text{ 为负数}) \end{cases}$$

正数的补码与原码相同, 负数的补码等于  $2^n - N$ 。

为避免在求补码的过程中做减法运算, 通常是先求出  $N$  的反码, 然后在负数的反码上加 1 而得到补码。

$$(N)_{INV} = \begin{cases} N & (\text{当 } N \text{ 为正数}) \\ 2^n - 1 - N & (\text{当 } N \text{ 为负数}) \end{cases}$$

反码: 正数的反码等于原码, 负数的反码: 符号位不变, 以下各位按位取反。

补码: 正数的补码等于原码, 负数的补码: 符号位不变, 以下各位按位取反, 加 1。

注意: 在两个同符号数相加时, 它们的绝对值之和不可超过有效数字位所能表示的最大值, 否则会得出错误的计算结果。

### 【核心笔记】几种常用的编码

不同的数码不仅可以表示数量的大小, 而且还可以表示不同事物或事物的不同状态在用于表示不同事物的情况下, 这些数码已经不再具有表示数量大小的含义了, 它们只是不同事物的代号而已。这些数码称为代码。

为了便于记忆和查找, 在编制代码时总要遵循一定的规则, 这些规则就称为码制。

#### 1. 十进制代码

用四位二进制码的 10 种组合表示十进制数 0~9, 简称 BCD 码(Binary Coded Decimal)。这种编码至少需要用四位二进制码元, 而四位二进制码元可以有 16 种组合。当用这些组合表示十进制数 0~9 时, 有六种组合不用。由 16 种组合中选用 10 种组合。



## 2024 年北京大学 852 集成电路基础考研辅导课件

## 《电子技术基础（数字部分）》考研辅导课件

<h2 style="text-align: center;">电子技术基础 数字部分</h2>	<p><b>1.课程性质</b></p> <p>《数字电路》课程是电气信息类专业入门性质的一门重要的专业基础课程，是一门核心课程，学分3分。</p> <p>本课程是后续专业课程的基础，专业课程——单片机原理与接口技术、DSP原理及应用、嵌入式系统等等。</p> <p><b>2.课程目的及要求：</b></p> <p>获得数字电子技术方面的基本理论、基本知识和基本技能；培养分析和解决问题的能力。</p> <p><b>3.课程考试</b></p> <p>平时成绩(作业+考勤) 30%； 期末考试 70%。</p> <p>获得学士学位要求课程成绩≥70分。</p>
<p><b>参考资料</b></p> <p>阎石主编 《数字电子技术基础》 高等教育出版社</p> <p>余孟波主编 《数字电子技术基础》 高等教育出版社</p> <p>欧阳蓝明主编 《数字逻辑》 华中科技大学出版社</p> <p>罗杰主编 《电子技术基础数字部分习题全解》 高等教育出版社</p> <p>王冠华主编 《Multisim10电路设计及应用》 国防工业出版社</p> <p>电子工程手册编委会等编 《标准TTL集成电路数据手册》 电子工业出版社 《标准CMOS集成电路手册》 电子工业出版社 <a href="http://www.21ic.com">http://www.21ic.com</a></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.数字逻辑概论</li> <li>2.逻辑代数与硬件描述语言概述</li> <li>3.逻辑门电路</li> <li>4.组合逻辑电路</li> <li>5.锁存器与触发器</li> <li>6.时序逻辑电路</li> <li>7.存储器、复杂可编程器件和现场可编程门阵列</li> <li>8.脉冲波形的变换与产生</li> <li>9.模数与数模转换器</li> <li>10.数字系统设计基础*</li> </ol>
<h2 style="text-align: center;">1.数字逻辑基础</h2> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 数字电路与数字信号</li> <li>1.2 数制</li> <li>1.3 二进制的算术运算</li> <li>1.4 二进制代码</li> <li>1.5 二值逻辑变量与基本逻辑运算</li> <li>1.6 逻辑函数及其表示方法</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 掌握2、10、8、16进制数的表示与相互转化；</li> <li>2. 掌握二进制数的原码、反码、补码的表示方法；</li> <li>3. 掌握8421码、余3码、格雷码的表示方法；</li> <li>4. 掌握与、或、非、与非、或非、异或、同或基本逻辑运算；</li> <li>5. 掌握逻辑函数的4种表示方法；真值表、逻辑表达式、逻辑图、波形图。</li> </ol>
<p><b>1.1 数字电路与数字信号</b>      <b>1.1.1 数字技术的发展及其应用</b></p> <p>电子技术是20世纪发展最迅速、应用最广泛的技术，特别是数字电子技术，已经广泛用于广播、电视、通信、医疗、控制、测量、交通、航空、军事、探测、文献、家用电器领域……</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> 数字电视</div> <div style="text-align: center;"> 计算机</div> <div style="text-align: center;"> 计算机网络</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> 数码摄像机</div> <div style="text-align: center;"> 智能仪器</div> <div style="text-align: center;"> 手机</div> </div>	<p><b>1.1 数字电路与数字信号</b>      <b>1.1.1 数字技术的发展及其应用</b></p> <p>电子技术发展特点：以电子器件的发展为基础</p> <p>电子管，1906年，福雷斯特等发明了电子管，电真空技术</p> <p>晶体管，1947年第一只晶体三极管问世，半导体技术</p> <p>半导体集成电路，20世纪60年代初，模拟和数字集成电路相继上市。</p> <div style="text-align: center;">     </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">   </div>

**1.1 数字电路与数字信号**      **1.1.1 数字技术的发展及其应用**

电路设计方法伴随器件变化从传统走向现代

传统的设计方法：  
采用自下而上的设计方法；由人工组装，经反复调试、验证、修改完成。所用的元器件较多，电路可靠性差，设计周期长。

现代的设计方法：  
现代EDA技术实现硬件设计软件化。采用从上到下设计方法，电路设计、分析、仿真、修订，全通过计算机完成。

**1.1 数字电路与数字信号**      **1.1.1 数字技术的发展及其应用**

EDA (Electronics Design Automation)技术

EDA技术以计算机为基本工具、借助于软件设计平台，采用从上到下设计方法，电路设计、分析、仿真、修订，全通过计算机完成。最后下载到芯片，实现系统功能。使硬件设计软件化。

硬件描述语言HDL是EDA技术中的重要组成部分，当前最流行的并成为IEEE标准的硬件描述语言是VHDL和Verilog。本书介绍Verilog HDL硬件描述语言。

本书介绍的Quartus II软件，是Altera公司近几年推出的新一代的可编程逻辑器件设计环境，支持PLD设计的设计输入、编译、综合、布局、布线、时序分析、仿真、编程下载等EDA设计过程。

**1.1 数字电路与数字信号**      **1.1.1 数字技术的发展及其应用**

虚拟实验与电子电路设计和仿真软件 Multisim 10介绍

随着计算机技术飞速发展，虚拟实验作为一种新兴实验技术迅速崛起，虚拟实验就是利用仿真软件在计算机上做实验。在计算机屏幕上，将逻辑符号表示的逻辑器件连接起来构成逻辑电路，用键盘或鼠标控制开关通断，用显示器件显示相关结果或用虚拟仪器进行测量。

Multisim10是由美国NI公司在EWB(电子工作平台)基础上推出的电子电路设计和仿真的优秀软件，尤其在教育领域取得了巨大成功。

Multisim10界面直观，操作方便。测试仪表和某些仿真元件的外形与实物接近，操作方法也基本相同，因而该软件易学易用。

本书介绍的Quartus II软件，也具有仿真的功能。

**1.1 数字电路与数字信号**      **1.1.2 数字集成电路的分类及特点**

电子电路按功能分为模拟电路和数字电路。

根据电路的结构特点及其对输入信号相应规则的不同，数字电路分为组合逻辑电路和时序逻辑电路。

数字电路中的电子器件，如二极管、三极管，都工作在开关状态，或导通，或截止，构成电子开关。这些电子开关是组成逻辑门电路的基本单元，逻辑门电路又是数字电路的基本单元。

如果将这些门电路集成在一块半导体芯片上就构成了数字集成电路。集成度：每一芯片所包含的门个数。

**1.1 数字电路与数字信号**      **1.1.2 数字集成电路的分类及特点**

1. 数字集成电路的分类

**1.1 数字电路与数字信号**      **1.1.2 数字集成电路的分类及特点**

2、数字集成电路的特点

- ①电路简单，便于大规模集成，批量生产；
- ②可靠性、稳定性和精度高，抗干扰能力强；
- ③体积小，通用性好，成本低；
- ④具可编程性，可实现硬件设计软件化；
- ⑤高速度，低功耗；
- ⑥加密性好。

**1.1 数字电路与数字信号**      **1.1.3 模拟信号与数字信号**

3、数字电路的分析、设计

(1)、数字电路分析

分析：根据给定的逻辑电路确定电路输出与输入之间的逻辑关系。  
分析工具：逻辑代数。  
表达电路输出与输入之间逻辑关系主要用：真值表、功能表、逻辑表达式和波形图。

(2)、数字电路设计

设计：从给定的逻辑功能要求出发，选择适当的逻辑器件，设计出符合要求的逻辑电路。  
设计方式：分为传统的设计方式和基于EDA软件的设计方式。

**1.1 数字电路与数字信号**      **1.1.3 模拟信号与数字信号**

1. 模拟信号

模拟量：在时间上是连续变化的，数值上也是连续取值的物理量。例如温度、压力等。

模拟信号：表示模拟量的电信号叫模拟信号。处理模拟信号的电子电路称为模拟电路。

在工程技术上，为了便于处理和分析，通常用传感器将模拟量转换为与之成比例的电压或电流信号，然后再送到电子系统中进一步处理。

电压或电流信号常用图形来表示——波形图。

热电偶得到的模拟电压信号波形

**1.1 数字电路与数字信号**

**2. 数字信号**

**数字量:** 在时间上, 数值上都是离散物理量。例如学生成绩记录, 用温度计每隔1小时测量出的某一天的温度等。

**数字信号:** 表示数字量的电信号叫数字信号。

**数字电路:** 处理数字信号电子电路。

用数字信号也能表示温度, 用温度计每隔1小时测量出的某一天的温度。取1℃作为量化单位。这样, 一天内温度记录在时间上, 数值上都不是连续的, 温度以1℃的单位增加或减少。显然, 用数字信号表示温度存在一定的误差, 误差取决于量化单位的选择。

随着计算机的广泛应用, 绝大多数电子系统都是采用计算机对信号进行处理。由于计算机无法直接处理模拟信号, 所以需要将模拟信号转换为数字信号。

**1.1.3 模拟信号与数字信号**

**1.1 数字电路与数字信号**

**3. 模拟信号的数字表示**

由于计算机处理模拟信号的需要, 且数字信号便于存储、分析和传输, 通常都将模拟信号转换为数字信号。

**模数转换的实现**

**1.1.3 模拟信号与数字信号**

**温度模拟信号转换为数字信号**

**1.1 数字电路与数字信号**

**1. 二值数字逻辑和逻辑电平**

**二值数字逻辑**

0、1数码 —— 表示数量时称二进制数

—— 表示事物状态时称二值逻辑

**表示方式**

在电路中用低、高电平表示0、1两种逻辑状态

**逻辑电平与电压值的关系 (正逻辑)**

电压(V)	二值逻辑	电平
+5	1	H(高电平)
0	0	L(低电平)

**1.1.4 数字信号的描述方法**

**1.1 数字电路与数字信号**

**2. 数字波形**

**数字波形** —— 是信号逻辑电平对时间的图形表示。

**纵轴, 电压**  $V$

**横轴, 时间**  $t$

(a) 用逻辑电平描述的数字波形

(b) 10位数据的图形表示 0101110011110100

**1.1.4 数字信号的描述方法**

**1.1 数字电路与数字信号**

(1)、数字波形的两种类型: ①非归零型, ②归零型。

一定的时间间隔T, 称为1位(1bit), 或者一位。

**①非归零型:**

如果在一个时间拍内用高电平代表1, 低电平代表0, 称为非归零型。

**②归零型:**

如果在一个时间拍内用有脉冲代表1, 无脉冲代表0, 称为归零型。

**1.1.4 数字信号的描述方法**

**1.1 数字电路与数字信号**

**比特率: 每秒钟传输数据的位数。**

**例1.1.1** 某通信系统每秒钟传输1.544000位(1.544兆位)数据, 求每位数据的时间。

**解:** 按题意, 每位数据的时间为

$$\left[ \frac{1.544 \times 10^6}{9} \right]^{-1} = 647.67 \times 10^{-9} \text{s} = 648 \text{ns}$$

**1.1.4 数字信号的描述方法**

**1.1 数字电路与数字信号**

(2)、周期性和非周期性

**非周期性波形**

**周期性波形**

**周期性数字波形几个参数**

**周期T和频率f:**  $f = \frac{1}{T}$

**脉冲宽度t\_w:** 脉冲作用的时间。

**占空比q:**  $q(\%) = \frac{t_w}{T} \times 100\%$

**1.1.4 数字信号的描述方法**

**1.1 数字电路与数字信号**

**例1.1.2** 设周期性数字波形的高电平持续6ms, 低电平持续10ms, 求占空比q。

**解:** 因数字波形的脉冲宽度 $t_w = 6\text{ms}$ , 周期 $T = 6\text{ms} + 10\text{ms} = 16\text{ms}$ ,

$$q(\%) = \frac{t_w}{T} \times 100\% = \frac{6\text{ms}}{16\text{ms}} \times 100\% = 37.5\%$$

**1.1.4 数字信号的描述方法**

### 1.1 数字电路与数字信号

(3) 实际数字信号波形

在实际数字系统中, 数字信号并不是理想矩形波, 如图所示。上升时间 $t_r$ 和下降时间 $t_f$ : 从脉冲幅值的10%到90%上升或下降所经历的时间(典型值 $\mu s$ )。

脉冲宽度 $t_w$ : 脉冲幅值的50%的两个时间所跨越的时间。

### 1.1.4 数字信号的描述方法

除非特别需要, 一般只画理想波形。

### 1.1 数字电路与数字信号

(4) 时序图

时序图: 表明各信号之间时序关系的多重波形图, 又称脉冲波形图。

在数字电路中, 常用时序图来分析实现逻辑电路的功能。如图所示为一典型的时序图, 图中CP为时钟脉冲信号, 它是数字系统中的参考时间。

### 1.1.4 数字信号的描述方法

注意: 横轴是时间

### 1.2 数制

进位计数制的进位基数和数位的权值。

进位基数: 在一个数位上, 规定使用的数码符号的个数叫该进位计数制的进位基数或进位模数, 记作R。例如

十进制,  $R=10$ ; 数码符号为0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。

二进制,  $R=2$ ; 数码符号为0、1。

八进制,  $R=8$ ; 数码符号为0、1、2、3、4、5、6、7。

十六进制,  $R=16$ ; 数码符号为0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F。

数位的权值: 某个数位上数码为1时所表征的数值, 称为该数位的权值, 简称“权”。各个数位的权值均可表示成 $R^i$ 的形式, 其中R是进位基数, i是各数位的序号。

### 1.2 数制

#### 1.2.1 十进制

- 1) 基数10个, 数字符号0~9;
- 2) 逢十进一, 即 $1+9=10$ ;
- 3) 不同数位上的数具有不同的权值 $10^i$ ;
- 4) 十进制数用下标“D”表示, 也可省略;
- 5) 任意一个十进制数, 都可按其权位展成多项式的形式:

$$(368.258)_{10} = 3 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2} + 8 \times 10^{-3}$$

一般地说, 任意十进制数可表示为:  $(N)_{10} = \sum_{i=-m}^{n-1} K_i 10^i$

同理, 任意进制数可表示为:  $(N)_R = \sum_{i=-m}^{n-1} K_i R^i$

十进制数人们最熟悉, 但机器实现起来比较困难。

### 1.2 数制

#### 1.2.2 二进制

1. 二进制的表示方法

- 1) 基数2个, 数字符号0、1;
- 2) 逢二进一, 即 $1+1=10$ ;
- 3) 不同数位上的数具有不同的权值 $2^i$ ;
- 4) 二进制数用下标“B”表示;
- 5) 任意一个二进制数, 都可按其权位展成多项式的形式:

$$(1011.01)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

二进制数转换成十进制数的方法:

将二进制的数按权展成多项式, 按十进制求和。

例(1.2.1)  $(1010110)_2 = ?_{10}$

解:  $(1010110)_2 = 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$   
 $= 64 + 0 + 16 + 0 + 4 + 2 + 0 = (86)_{10}$

### 1.2 数制

#### 1.2.2 二进制

2. 二进制的优点与缺点

优点:

- (1) 二进制数字装置所用元件少, 电路简单, 可靠, 易于电路表达。

二进制只有数码0、1两个值, 因此它的每一位可以用任何具有两个不同稳定状态的元件表示, 例如三极管的导通或截止, 灯泡的亮或灭, 继电器触点的闭合或断开来表示。这样, 机器容易实现, 因而二进制是数字系统统一认识的代码。

- (2) 基本运算规则简单, 运算操作方便。

缺点:

- (1) 与人的习惯不一致。
- (2) 位数太多, 书写不方便。

### 1.2 数制

#### 1.2.2 二进制

3. 二进制数波形表示

在数字电子技术和计算机应用中, 二进制数常用数字波形来表示。这样, 数据比较直观, 也便于用示波器进行观测。如图是16进制计数器的1个输入端、4个输出端的波形。

### 1.2 数制

#### 1.2.2 二进制

4. 二进制数据的传输

- (1) 二进制数据的串行传输

串行传输: 将一组二进制数据各位分时传送。

特点: 只要一根数据线, 设备简单, 但传送速率较慢。

## 2024 年北京大学 852 集成电路基础考研复习提纲

## 《电子技术基础（数字部分）》考研复习提纲

## 电子技术基础复习提纲

## 数字部分

## 一、数制和码制

内容提示：（1）数制

主要内容：十进制、R 进制、二进制、二进制的优点、数制间的转换、八进制与十六进制

（2）二进制代码

主要内容：二-十进制码

## 二、逻辑门电路

内容提示：（1）逻辑代数的基本知识

主要内容：三种基本逻辑运算、逻辑代数的基本定律、逻辑代数的基本规则、逻辑代数的常用公式

（2）逻辑函数及其描述方法

主要内容：逻辑表达式、逻辑图、真值表、卡诺图、标准表达式、最大、小项

## 三、逻辑门电路

内容提示：（1）MOS 逻辑门电路

主要内容：CMOS 反相器、CMOS 逻辑门电路

（2）TTL 逻辑门电路

主要内容：BJT 开关特性、TTL 反相器和逻辑门电路

## 四、组合逻辑电路

内容提示：（1）组合逻辑电路分析和设计

主要内容：组合逻辑电路的定义与特点、组合逻辑电路的分析方法、

（2）典型组合逻辑集成电路

主要内容：几种常用的组合逻辑模块：编码器、译码器、加法器、数据选择器和数值比较器

## 五、锁存器和触发器

内容提示：（1）双稳态存储单元电路

主要内容：双稳态概念

（2）锁存器

主要内容：SR 锁存器、D 锁存器

（3）触发器的逻辑功能

主要内容：D 触发器、JK 触发器、T 触发器、SR 触发器、D 触发器功能的转换

## 六、时序逻辑电路

内容提示：（1）时序逻辑电路基本概念

主要内容：时序逻辑电路基本概念和同步时序逻辑电路分析

（2）同步时序逻辑电路的分析

主要内容：设计同步时序逻辑电路步骤

## 七、存储器

主要内容：ROM 的定义与基本结构

## 八、脉冲波形的变换与产生

主要内容：施密特触发器、单稳态触发器和多谐振荡器的工作原理、主要参数的分析方法及应用；555 定时器的工作原理及应用

## 九、数模与模数转换

主要内容：D/A 数模转换电路组成、工作原理、功能及主要参数；A/D 模数转换电路组成、工作原理、特点及应用

## 《电子技术基础（数字部分）》考研复习提纲

## 《数字电子技术基础》复习重点提纲

## 第一章 绪论

[复习要求]:

了解数字量与模拟量的特点, 数字电路的特点、应用。

[本章主要内容]:

- 1.1 数字与模拟
- 1.2 数字电路的特点
- 1.3 数字电路的应用

[本章重点]:

1. 数字电路的特点

[本章难点]:

1. 数字电路的特点

## 第二章 逻辑代数基础

[复习要求]:

掌握逻辑代数的三种基本运算、三项基本定理、基本公式和常用公式。了解二进制的算术运算与逻辑运算的不同之处。掌握逻辑函数的四种表示方法(真值表法、逻辑式法、卡诺图法及逻辑图法)及其相互之间的转换。理解最小项的概念及其在逻辑函数表示中的应用。掌握逻辑函数的公式化简法和图形化简法。掌握约束项的概念及其在逻辑函数化简中的应用。

[本章主要内容]:

- 2.1 概述
- 2.2 逻辑代数中的三种基本运算
- 2.3 逻辑代数的基本公式和常用公式
- 2.4 逻辑代数的基本定理
- 2.5 逻辑代数及其表示方法
- 2.6 逻辑函数的化简方法
- 2.7 具有无关项的逻辑函数及其化简

[本章重点]:

1. 逻辑函数的公式化简法
2. 逻辑函数的卡诺图化简法

[本章难点]:

1. 逻辑函数的化简方法
2. 具有无关项的逻辑函数及其化简

## 第三章 门电路

[复习要求]:

了解门电路的定义及分类方法。二极管、三极管的开关特性, 及分立元件组成的与、或、非门的工作原理。理解 CMOS 反相器的工作原理, 掌握其静态特性。了解 CMOS 反向器的动特性, 其他类型 CMOS 门的工作原理及 CMOS 门的改进系列。理解 TTL 反相器的工作原理, 掌握其静态特性, 了解动态特性。了解其它类型 TTL 门的工作原理及 TTL 门的改进系列。

[本章主要内容]:

- 3.1 概述
- 3.2 半导体二极管门电路
- 3.3 CMOS 门电路...
- 3.4 TTL 门电路

[本章重点]:

1. CMOS 门电路的静态特性
2. TTL 门电路的静态特性

[本章难点]:

1. CMOS 门电路的静态特性
2. TTL 门电路的静态特性
3. CMOS 非门的工作原理
4. TTL 非门的工作原理

## 第四章 组合逻辑电路

[复习要求]:

掌握组合逻辑电路的设计与分析方法。理解常用组合逻辑电路,即编码器、译码器、数据选择器、加法器及数值比较器的基本概念、工作原理及应用。掌握译码器和数据选择器在组合电路设计中的应用。了解组合电路中的竞争与冒险现象、产生原因及消除方法。

[本章主要内容]:

- 4.1 概述
- 4.2 组合逻辑电路的分析方法和设计方法
- 4.3 若干常用组合逻辑电路
- 4.4 组合逻辑电路中的竞争—冒险现象

[本章重点]:

1. 组合逻辑电路的分析方法和设计方法

[本章难点]:

1. 组合逻辑电路的设计方法
2. 组合逻辑电路中的竞争—冒险现象

## 第五章 触发器

[复习要求]:

理解触发器的定义。掌握 RS 锁存器、电平触发的触发器、脉冲触发的触发器、边沿触发的触发器的动作特点。掌握触发器的各种逻辑功能(DFF, JKFF, SRFF, TFF, T'FF)。掌握触发器逻辑功能与触发方式的区别。掌握画触发器工作波形的方法。

[本章主要内容]:

- 5.1 概述
- 5.2 SR 锁存器
- 5.3 电平触发的触发器
- 5.4 脉冲触发的触发器
- 5.5 边沿触发的触发器
- 5.6 触发器的逻辑功能及其描述方法

[本章重点]:

1. 各种触发方式的触发器及其动作特点
2. 触发器的各种逻辑功能

[本章难点]:

1. 触发器逻辑功能与触发方式的区别
2. 触发器工作波形的画法

## 第六章 时序逻辑电路

[复习要求]:

掌握时序逻辑电路的定义及同步时序电路的分析与设计方法。了解异步时序电路的概念。理解时序电路各方程组(输出方程组、驱动方程组、状态方程组),状态转换表、状态转换图及时序图在分析和设计时序电路中的重要作用。了解常用时序电路(计数器、移位寄存器)的组成及工作原理及其应用。

[本章主要内容]:

- 6.1 概述
- 6.2 时序逻辑电路的分析方法
- 6.3 若干常用时序逻辑电路
- 6.4 同步时序逻辑电路的设计方法

[本章重点]:

1. 同步时序逻辑电路的分析方法和设计方法

[本章难点]:

1. 同步时序逻辑电路的分析方法和设计方法

## 第七章 半导体存储器

[复习要求]:

掌握半导体存储器的功能及分类，了解它们在数字系统中的作用。了解只读存储器 ROM、随机存储器 RAM 的组成及工作原理，掌握存储容量的扩展方法。了解用存储器实现组合逻辑函数的方法。

[本章主要内容]:

概述

7.1 只读存储器

7.2 随机存储器

7.3 存储器容量的扩展

7.4 用存储器实现组合逻辑函数

[本章重点]:

1. 半导体存储器的功能及分类

2. 存储容量的扩展方法

[本章难点]:

1. 存储容量的扩展方法。

## 第八章 脉冲波形的产生和整形

[复习要求]:

了解脉冲产生及整形电路的分类及脉冲波形参数的定义。掌握 555 定时器及其组成三种脉冲电路（施密特触发器，单稳触发器和多谐振荡器）的工作原理，及波形参数与电路参数之间的关系。

[本章主要内容]:

8.1 概述

8.2 555 定时器及其应用

[本章重点]:

1. 555 定时器及其组成三种脉冲电路的原理及波形参数

[本章难点]:

1. 555 定时器组成的三种脉冲电路的原理，工作波形及波形参数计算

## 第九章 数—模和模—数转换

[复习要求]:

了解 ADC、DAC 在数字系统中的作用及分类方法。掌握权电阻网络 DAC，倒 T 型电阻网络 DAC 的工作原理及 DAC 的转换精度与速度。了解具有双极型输出的 DAC 及权电流型 DAC 的原理。掌握 ADC 的转换步骤、取样定理，理解并联比较型、逐次逼近型 ADC 及双积分型 ADC 的工

组原理及性能指标。

[本章主要内容]:

8.1 概述

8.2 D/A 转换器

8.3 A/D 转换器

[本章重点]:

1. 各种 DAC 的特点

2. DAC 输出电压的计算公式 3. 模数转换的步骤

4. 各种 ADC 的特点

[本章难点]:

1. 模数转换的步骤



2024 年北京大学 852 集成电路基础考研核心题库

《数字电子技术基础》考研核心题库之分析计算题精编

1. 应用反演规则和对偶规则，求下列函数的非函数和对偶函数。

(1)  $L = A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}$

(2)  $L = AB + C + D$

(3)  $L = \bar{A} \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} \cdot D$

【答案】(1) 根据反演规则，得到

$$\bar{L} = (\bar{A} + \bar{B}) \cdot (A + B) = \bar{A}B + A\bar{B}$$

根据对偶规则，得到

$$L' = (A + B) \cdot (\bar{A} + \bar{B}) = A\bar{B} + \bar{A}B$$

(2) 根据反演规则，得到

$$\bar{L} = (\bar{A} + \bar{B}) \cdot \overline{C + D} = (\bar{A} + \bar{B})(\bar{C} + \bar{D})$$

根据对偶规则，得到

$$L' = (A + B) \cdot \overline{C \cdot D}$$

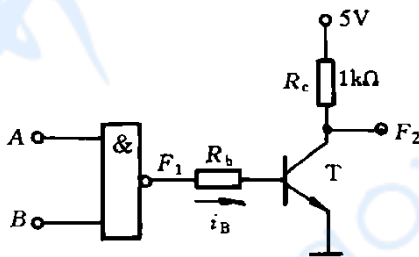
(3) 根据反演规则，得到

$$\bar{L} = (A + B) \cdot \overline{(\bar{A} + \bar{B} + C + D)} = (A + B)(\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D})$$

根据对偶规则，得到

$$L' = (\bar{A} + \bar{B}) \cdot \overline{(\bar{A} + \bar{B} + C + D)} = (\bar{A} + \bar{B})(A\bar{B}C + D)$$

2. 电路如下图所示。设 TTL 与非门输出高电平  $U_{OH} = 3.6 \text{ V}$ ，输出低电平  $U_{OL} = 0.3 \text{ V}$ ，最大电流负载  $I_{OH} = -400 \mu\text{A}$ 。三极管 T 的  $U_{BES} = 0.7 \text{ V}$ ， $U_{CES} = 0.3 \text{ V}$ ， $\beta = 50$ 。要使  $F_1 = \bar{A}\bar{B}$ ， $F_2 = AB$ ，试确定  $R_b$  的取值范围。



图

【答案】由题意可知，为了使  $F_1 = \bar{A}\bar{B}$ ， $F_2 = AB$ ，则由三极管 T、电阻  $R_b$ 、 $R_c$  所组成的电路必须是反相器——非门，当  $F_1$  为低电平时  $F_2$  为高电平， $F_1$  为高电平时  $F_2$  为低电平。要使 T 成反相器，即三极管 T 工作在开关状态，在电路其它参数给定的条件下，关键在于合理地确定  $R_b$  的取值范围。解法如下：

(1) 当与非门输出为高电平  $U_{OH} = 3.6 \text{ V}$  时， $R_b$  的取值应使三极管 T 处于饱和状态。

由于此时  $i_B \leq I_{OH} = 0.4 \text{ mA}$ ，可以求出

$$R_b \geq \frac{U_{OH} - U_{BES}}{I_{OH}} = \frac{3.6 - 0.7}{0.4} = 7.25 \text{ k}\Omega$$

又因为  $I_{BS} = \frac{V_{CC} - U_{CES}}{\beta R_c} = \frac{5 - 0.3}{50 \times 1} = 0.094 \text{ mA}$

而且  $i_B \geq I_{BS}$ ，所以

$$R_b \leq \frac{U_{OH} - U_{BES}}{I_{BS}} = \frac{3.6 - 0.7}{0.094} = 30.85 \text{ k}\Omega$$

因而，只要  $R_b$  的取值范围为  $7.25 \text{ k}\Omega \leq R_b \leq 30.85 \text{ k}\Omega$ ，三极管 T 便在输入为高电平 (3.6V) 时，处于饱和状态。

(2) 当与非门输出为低电平 (0.3V) 时，三极管截止。

综上所述，三极管 T、电阻  $R_b$  和  $R_c$  构成了反相器电路，使  $F_1 = \overline{AB}$ ,  $F_2 = AB$ 。

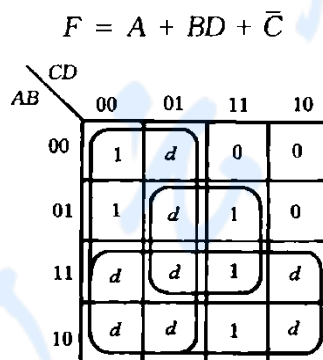
### 3. 试用卡诺图法化简逻辑函数

$$F = \sum m(0, 4, 7, 11, 15) + \sum d(1, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 14)$$

为最简与或式。

**【答案】** 本例给出的逻辑函数是具有无关项的逻辑函数。无关项对于逻辑函数是一种约束条件，它的含意有二，一是这些无关项不允许出现，二是即使出现了也不影响电路的逻辑功能。由于无关项的随意性，在化简逻辑函数时，若能合理地加以利用，将有助于逻辑函数的化简。具体地说，在合并最小项时，把无关项与相邻为 1 的小方格圈在一起，这时把它当做 1；在合并最大项时，把无关项与相邻为 0 的小方格圈在一起，这时把它当做 0。这样做的目的是扩大包围圈，使逻辑函数式达到更简的结果。

本例的逻辑函数 F 是以最小项形式给出的 4 变量逻辑函数，设变量为 A, B, C, D，作 4 变量卡诺图，并填入逻辑函数 F，其卡诺图如下图所示。在卡诺图中圈 1 (画入包围圈的无关项视为 1) 化简后，得函数的最简与或式为



图

4. 在双积分式 A/D 转换器中，计数器的最大计数容量为  $N_1 = (3000)_{10}$ ，时钟脉冲频率为  $f_{cp} = 400\text{kHz}$ ，试问：

(1) 完成一次转换最长需要多少时间？

(3) 若参考电压  $V_{REF} = +15\text{V}$ ，第二次计数值  $N_2 = (2000)_{10}$ ，此时的输入模拟电压  $v_i$  为多少？输出数字量又是多少？

**【答案】** (1) 根据双积分式 A/D 转换器的工作原理，完成一次最长的 A/D 转换所需的时间对应于计数器的最大容量计数时间，为

$$T_{MAX} = N_1 \times T_{cp}$$

时钟频率为  $f_{cp} = 400\text{kHz}$ ，则可得  $T_{cp} = 2.5\mu\text{s}$ 。因此，完成一次转换的最长时间为

$$T_{MAX} = N_1 \times T_{cp} = 3000 \times 2.5\mu\text{s} = 7.5\text{ms}$$

(2) 由双积分式 A/D 转换器的原理可知，计数器的最大计数容量对应于参考电压，计数器的计数值对应于需要转换的输入模拟电压。所以在计数器的计数值为  $N_2$  时，输入模拟电压为

$$\frac{U_i}{N_2} = \frac{V_{REF}}{N_1}$$

$$U_i = \frac{N_2}{N_1} V_{REF} = \frac{2000}{3000} \times 15V = 10V$$

输出的数字量为

$$N_2 = (2000)_{10} = (011111010000)_2$$

5. 试画出逻辑函数  $F(A, B, C, D) = \overline{(A+D)(\bar{A}+\bar{D})}$  的卡诺图。

【答案】本题给出的是一般逻辑表达式，所以需先把它变换成一般的与或表达式：

$$\begin{aligned} F(A, B, C, D) &= \overline{(A+D)(\bar{A}+\bar{D})} \\ &= \overline{A+D} + \overline{\bar{A}+\bar{D}} \\ &= \bar{A}\bar{D} + AD \end{aligned}$$

然后画四变量卡诺图，如图所示。对于乘积项  $\bar{A}\bar{D}$  而言，就在同时含有  $\bar{A}$ 、 $\bar{D}$  的所有小方格中填入 1；对于乘积项  $AD$ ，就在同时含有 A、D 的所有小方格中填入 1。在剩下的小方格中一律填入 0，即得到该函数的卡诺图。

		CD			
		00	01	11	10
AB	00	1	0	0	1
	01	1	0	0	1
	11	0	1	1	0
	10	0	1	1	0

图——函数  $F(A, B, C, D) = \overline{(A+D)(\bar{A}+\bar{D})}$  的卡诺图

需要指出的是，根据乘积项在相应的小方格中填入 1 时，有的小方格可能被重复填 1。这没有关系，因为这种情况只是表明该最小项在表达式中重复出现。

当然，也可将得到的与或表达式进一步变换成最小项表达式，具体方法是反复利用公式  $A = AB + \bar{A}B$  进行展开。

$$\begin{aligned} F &= \bar{A}\bar{D} + AD \\ &= \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}C\bar{D} + ABC\bar{D} \\ &= \sum m(0, 2, 4, 6, 9, 11, 13, 15) \end{aligned}$$

然后，根据最小项表达式与卡诺图的对应关系，画出其卡诺图，其结果与上图所示的卡诺图相同。

6. 双积分 A/D 转换器的参考电压  $V_{REF} = -10V$ ，计数器为 12 位二进制加法计数器。已知时钟频率  $f_{CP} = 1MHz$ 。

(1) 该 A/D 转换器允许输入的最大模拟电压是多少？完成一次转换所需要的时间是多少？

(2) 当输入模拟电压  $V_i = 6V$  时，求输出的数字量。

(3) 若输入电压的最大值为 2V，要求能分辨的最小电压为 0.1mV，试问双积分 A/D 转换器中的计数器的位数应该是几位？

【答案】(1) 该 A/D 转换器允许输入的最大模拟电压  $v_{i\max} \approx |V_{REF}| = 10V$ 。

$$\begin{aligned} T_{\max} &= T_1 + T_2 = 2^n T_c + (2^n - 1) T_c = (2^{n+1} - 1) T_c \\ &= (2^{13} - 1) \frac{1}{10^6} s = 8.191 ms \end{aligned}$$

(2) 根据  $\lambda = \frac{2^n}{V_{REF}} V_i$ ，将  $V_i = 6V$ ， $V_{REF} = -10V$ ，代入式中

$$\lambda = \frac{2^{12} \times 6}{10} = (2458)_D = (100110011010)_2$$

(3) 分辨率表明 A/D 转换器对输入信号的分辨能力, 理论上  $n$  位 A/D 转换器能区分  $2^n$  个输入信号的不同等级。分辨率常用电路能分辨的最小输入电压和输入电压满刻度值之比给出。即

$$\text{分辨率} = \frac{v_{i_{\min}}}{v_{i_{\max}}} = \frac{1}{2^n - 1}。 \text{ 将 } v_{i_{\min}} = 0.1 \text{ mV}, v_{i_{\max}} = 2 \text{ V} \text{ 代入分辨率的表达式中}$$

得

$$2^n - 1 = \frac{2 \times 10^3}{0.1} = 20000$$

于是求得

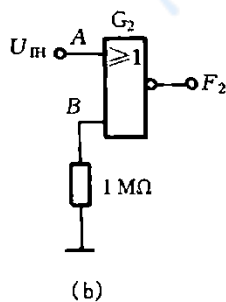
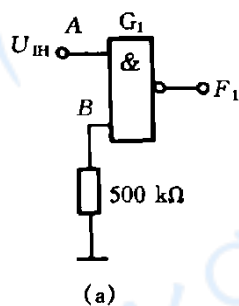
$$n = 15$$

7. 试用代数法将逻辑函数  $F = \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D} + \overline{D}\overline{A} + \overline{C}\overline{A} + \overline{A}\overline{C} + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D}$  化简为最简与或式。

【答案】 本题给出了 8 个乘积项。因此, 化简时应注意吸收多余的乘积项, 使逻辑函数得到简化。

$$\begin{aligned} F &= \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D} + \overline{D}\overline{A} + \overline{C}\overline{A} + \overline{A}\overline{C} + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D} \\ F &= (\overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{C}) + (\overline{C}\overline{D} + \overline{D}\overline{A} + \overline{C}\overline{A}) + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D} \\ &= \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D} + \overline{D}\overline{A} + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D} \quad (\overline{A}\overline{B} + \overline{A}\overline{C} + \overline{B}\overline{C} = \overline{A}\overline{B} + \overline{A}\overline{C}) \\ &= \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D} + \overline{D}\overline{A} + \overline{B}\overline{C}(D + \overline{D}) + \overline{C}\overline{D}(B + \overline{B}) \quad (\text{配项}) \\ &= \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D} + \overline{D}\overline{A} + \overline{B}\overline{C}D + \overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{B}\overline{C}D + \overline{B}\overline{C}\overline{D} \\ &= \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D} + \overline{D}\overline{A} + \overline{B}\overline{C}D + \overline{B}\overline{C}\overline{D} \quad (A + \overline{A}B = A) \\ &= \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D} + \overline{D}\overline{A} + \overline{B}\overline{D}(C + \overline{C}) \quad (A + \overline{A} = 1) \\ &= \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D} + \overline{D}\overline{A} + \overline{B}\overline{D} \quad (\overline{A}\overline{B} + \overline{A}\overline{C} + \overline{B}\overline{C} = \overline{A}\overline{B} + \overline{A}\overline{C}) \\ &= \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D} + \overline{D}\overline{A} \end{aligned}$$

8. 电路如图所示。  $G_1 \sim G_4$  均为 CMOS 门电路, 其参数为  $U_{OH} = 5 \text{ V}$ ,  $U_{OL} = 0 \text{ V}$ ,  $U_{IH} = 5 \text{ V}$ ,  $U_{IL} = 0 \text{ V}$ ,  $V_{DD} = 5 \text{ V}$ 。



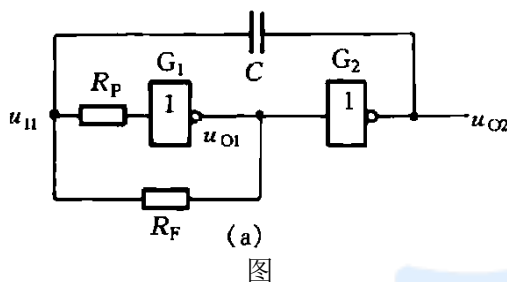
## 2024 年北京大学 852 集成电路基础考研题库[仿真+强化+冲刺]

## 北京大学 852 集成电路基础之数字电子技术基础考研仿真五套模拟题

## 2024 年数字电子技术基础五套仿真模拟题及详细答案解析（一）

## 一、简答题

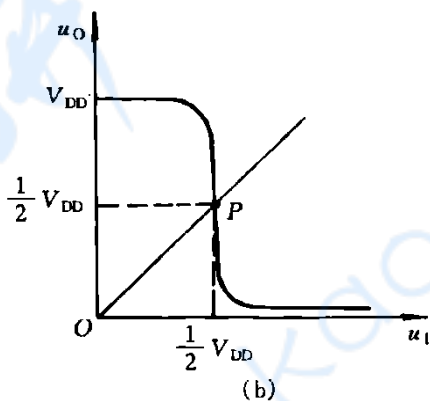
1. 用 CMOS 门电路构成的电路如图 (a) 所示。已知 CMOS 门的输出电阻小于  $200\Omega$ ，若取  $R_P = 51k\Omega$ ,  $R_F = 5.1k\Omega$ ,  $C = 0.01\mu F$ 。试问：

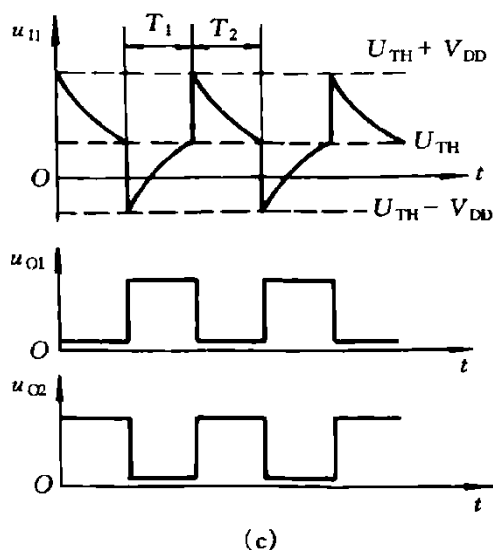


(1) 这是什么电路？

(2) 电路的振荡频率是多少？

**【答案】**(1) 本题电路是由 CMOS 门构成的非对称式多谐振荡器。在静态时，必须保证  $G_1$  和  $G_2$  工作在电压传输特性转折区，以获得较大的放大倍数。由于在正常工作时 CMOS 输入电流几乎为零，所以  $R_F$  上没有压降。通常  $U_{TH} = \frac{1}{2} V_{DD}$ ，电路的静态工作点刚好在电压传输特性的中点，如图 (b) 所示。因而有  $u_{11} = u_{O1} = u_{12} = u_{O2}$ ，由于静态工作点在电压传输特性的中点，所以是不稳定的。在正反馈及电容  $C$  充、放电作用下，电路不停地在两个暂稳态之间振荡，输出一系列矩形波，如图 (c) 所示。





图

假定  $G_1$  的输入端串接保护电阻  $R_P$  足够大, 则  $u_{i1}$  高于  $V_{DD} + U_{DF}$  或低于  $U_{DF}$  时,  $G_1$  的输入电流可以忽略不计。在  $R_F$  远大于  $R_{ON(N)}$  和  $R_{ON(P)}$  的条件下, 图(a)电路的振荡周期为

$$T = T_1 + T_2 \approx 2.2R_F C \quad (T_1 = T_2)$$

$R_{ON(N)}$  和  $R_{ON(P)}$  分别为 CMOS 电路中 NMOS 和 PMOS 的导通电阻,  $U_{DF}$  为 CMOS 电路输入保护二极管的导通压降。由于流过  $R_F$  的静态电流基本等于零, 所以对  $R_F$  阻值的选择没有严格的限制, 一般取  $R_P = 10R_F$ 。

(2) 根据题给条件可以计算出振荡周期为

$$\begin{aligned} T &\approx 2.2R_F C = 2.2 \times 5.1 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6} \text{s} \\ &= 0.1122 \times 10^{-3} \text{s} \end{aligned}$$

故电路的振荡频率为

$$f = 1/T \approx 8.9 \text{kHz}$$

## 2. 用小规模逻辑门辅助, 将主从 RS 触发器转换成 T 触发器。

**【答案】** 本题要求将主从 RS 触发器转换成 T 触发器, 用代数法。但值得注意的是, 在利用公式法完成由 RS 触发器到其他功能触发器的转换时, 一定要注意检查是否违背了 RS 触发器的约束条件, 如果有违背约束条件的情况, 一定要改变设计, 否则是不允许的。

代数转换法

因为 RS 触发器的特性方程为

$$\begin{cases} Q^{n+1} = S + \bar{R}Q^n \\ SR = 0 \end{cases}$$

而 T 触发器的特性方程为

$$Q^{n+1} = T\bar{Q}^n + \bar{T}Q^n$$

直接比较两种触发器的特性方程可得

$$S = T\bar{Q}^n, R = T$$

由于 T 触发器是没有约束条件的, 所以, 若按上面激励方程来构成转换电路, 则当出现  $T=1$ , 同时  $Q^n = 0$  时, 将有

$$S = T\bar{Q}^n = 1, R = T = 1$$

这就违背了 RS 触发器的约束条件, 故应进行适当修改。修改方法是, 将 T 触发器的特性方程作适当

变换:

$$\begin{aligned} Q^{n+1} &= T \bar{Q}^n + \bar{T} Q^n \\ &= T \bar{Q}^n + \bar{T} Q^n + \bar{Q}^n Q^n \\ &= T \bar{Q}^n + \bar{T} Q^n + \bar{Q}^n Q^n \\ &= T \bar{Q}^n + \bar{T} Q^n + \bar{Q}^n Q^n \end{aligned}$$

将变换后的方程与 RS 触发器特性方程相比较, 可得到

$$S = T \bar{Q}^n, R = T Q^n$$

这就不会违背 RS 触发器的约束条件。据此可画出转换电路图如下图所示。

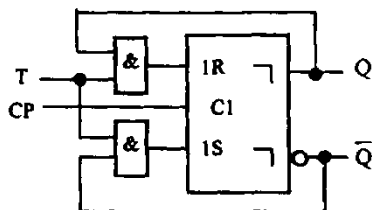


图: RS→T 转换逻辑图

3. 指出下列存储器系统各具有多少个存储单元, 至少需要几根地址线和数据线。

(1)  $64K \times 1$  (2)  $512K \times 4$

**【答案】** (1) 存储单元= $64K \times 1=64K$  个(注:  $1K=1024$ )

因为,  $64K = 2^{16}$ , 即  $n=16$ , 所以地址线为 16 根; 数据线根数等于位数, 此处为 1 根。

所以,  $64K \times 1$  的存储器系统具有 64K 个存储单元, 至少需要 16 根地址线和 1 根数据线。

(2) 同理得,  $512K \times 4$  的存储器系统具有 2048K(即 2M) 个存储单元, 至少需要 19 根地址线和 4 根数据线。

4. 试用 8 选 1 数据选择器及适当的门电路设计 4 变量奇偶校验器。当 4 变量中有偶数个 0 时输出为 1, 否则输出为 0。

**【答案】** (1) 根据题意, 确定有 4 个输入变量, 设为 A、B、C、D; 输出变量为 Y, 当 4 个输入变量中有偶数个 0 时, Y 为 1, 否则 Y 为 0。

(2) 列出真值表, 见表

A B C D	Y
0 0 0 0	1
0 0 0 1	0
0 0 1 0	0
0 0 1 1	1
0 1 0 0	0
0 1 0 1	1
0 1 1 0	1
0 1 1 1	0
1 0 0 0	0
1 0 0 1	1
1 0 1 0	1
1 0 1 1	0
1 1 0 0	1
1 1 0 1	0
1 1 1 0	0
1 1 1 1	1

表

(3) 写出最小项和的形式的输出逻辑函数式为

$$Y = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}C\overline{D} + AB\overline{C}\overline{D} + ABC\overline{D} \quad ①$$

(4) 将最小项和形式的逻辑函数式  $(\sum_i m_i)$  与数据选择器的输出  $(\sum_i D_i m_i)$  比较, 确定数据选择器的数据输入  $D_i$ 。

8 选 1 数据选择器的输出表达式为

$$Y = \overline{EN}(\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}_0 + \overline{A}\overline{B}C\overline{D}_1 + \overline{A}B\overline{C}\overline{D}_2 + \overline{A}BC\overline{D}_3 + A\overline{B}\overline{C}\overline{D}_4 + A\overline{B}C\overline{D}_5 + AB\overline{C}\overline{D}_6 + ABC\overline{D}_7) \quad ②$$

比较①和②, 得  $EN=0, D_1=D_2=D_4=D_7=D, D_0=D_3=D_5=D_6=\overline{D}$ 。

(5) 连接数据选择器的数据输入和选择输入, 画出逻辑图, 如图所示。

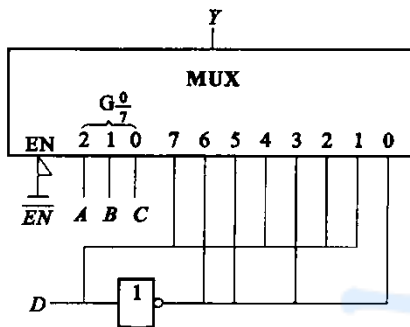


图 奇偶校验器的逻辑图

5. 已知图 1 所示各 MOS 管的  $|V_T| = 0.5 \text{ V}$ , 忽略电阻上的压降, 试分别确定它们的工作状态(导通或截止)。

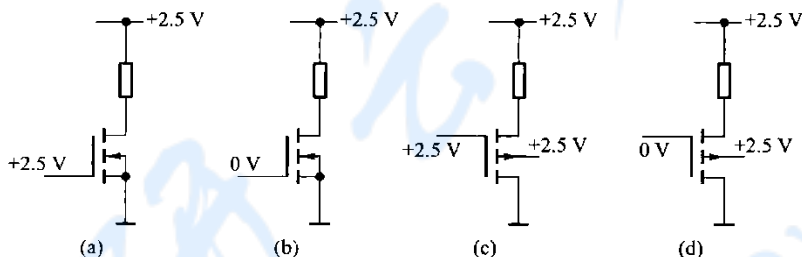


图 1

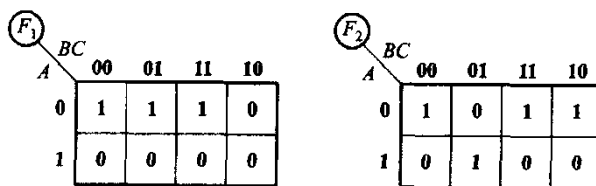
**【答案】** 图 1(a) 和 (b) 为 N 沟道增强型 MOS, 图题 1(c) 和 (d) 为 P 沟道增强型 MOS。

N 沟道增强型 MOS 管的开启电压  $V_T$  为正。当  $v_{GS} < V_T$  时, MOS 管处于截止状态; 当  $v_{GS} \geq V_T$ , 且  $v_{DS} \geq (v_{GS} - V_T)$  时, MOS 管处于饱和导通状态。

对于图 1(a),  $v_{GS} = 2.5 \text{ V}, v_{DS} = 2.5 \text{ V}$ , 可以判断该 MOS 管处于饱和导通状态。对于图 1(b),  $v_{GS} = 0 \text{ V} < V_T$ , 所以 MOS 管处于截止状态。

P 沟道增强型 MOS 管的开启电压  $V_T$  为负。当  $v_{GS} > V_T$  时, MOS 管处于截止状态; 当  $v_{GS} \leq V_T$ , 且  $v_{DS} \leq (v_{GS} - V_T)$  时, MOS 管处于饱和导通状态。对于图 1(c),  $v_{GS} = 0 \text{ V} > -0.5 \text{ V}$ , 该 MOS 管处于截止状态。对于图 1(d),  $v_{GS} = -2.5 \text{ V}, v_{DS} = -2.5 \text{ V}$ , 可以判断该 MOS 管处于饱和导通状态。

6. 已知逻辑函数  $F_1$  和  $F_2$  的卡诺图如下图所示, 试求  $F_3 = F_1 + F_2$  的卡诺图, 并化成最简或与式。



图



附赠重点名校：材料力学 2016-2022 年考研真题汇编（暂无答案）

第一篇、2022 年材料力学考研真题汇编

2022 年河北科技大学 809 材料力学一考研专业课真题

广西科技大学 2022 年硕士研究生招生考试  
初试专业课样题

考试科目代码：801

考试科目名称：材料力学 A

考试时间：180 分钟

（本试题共 5 页）

注意：

1. 所有试题的答案均写在专用的答题纸上，写在试卷上一律无效。
2. 考试结束后试卷与答题纸一并交回。

一、填空题（每题 3 分，共 15 分）

1. 材料力学对变形固体作下列假设：①、②和③。
2. 五根抗拉刚度  $EA$  相同的直杆铰接成如图 1 所示之边长为  $a$  的正方形结构， $A$ 、 $B$  两处受力  $P$  作用。若各杆均为小变形，则  $A$ 、 $B$  两点的相对位移  $\Delta_{AB} = \text{④}$ 。

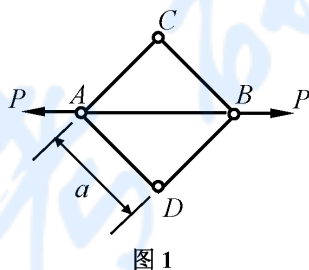


图 1

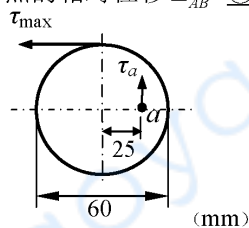


图 2

3. 一受扭圆轴，横截面上的最大切应力  $\tau_{\max} = 40 \text{MPa}$ ，如图 2 所示，则横截面上  $a$  点的切应力  $\tau_a = \text{⑤}$ 。
4. 对于危险点为二向拉伸应力状态的铸铁构件，应使用第一强度理论进行计算，其表达式为  $\sigma_{r1} = \text{⑥}$ 。
5. 图 3 所示材料相同，直径相等的细长圆杆中，⑦杆能承受压力最大；⑧杆能承受压力最小。

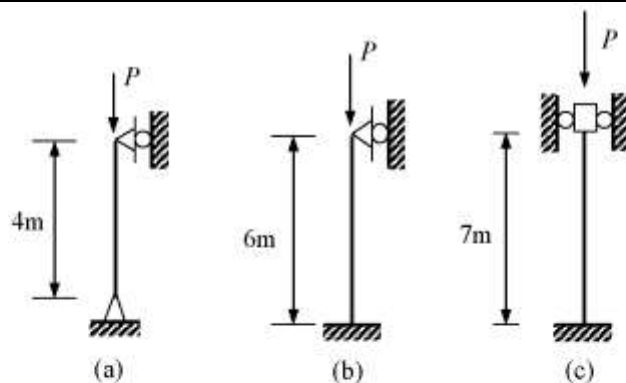


图 3

## 二、选择题（每题 3 分，共 15 分）

1. 判断下列几种受力情况，（ ）可以简化为集中力。

- (A) 风对烟囱的风压； (B) 大跨度预应力桥梁的自重；  
 (C) 楼板对屋梁的作用力； (D) 车削时车刀对工件的作用力。

2. 图 4 所示铆钉联接，铆钉的直径为  $d$ ，板件的厚度为  $t$ ，铆钉的挤压应力为（ ）

- (A)  $2F/(\pi d^2)$ ； (B)  $F/(2dt)$ ；  
 (C)  $2F/(dt)$ ； (D)  $4F/(\pi d^2)$ 。

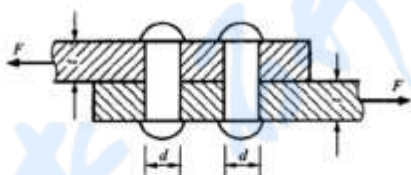


图 4

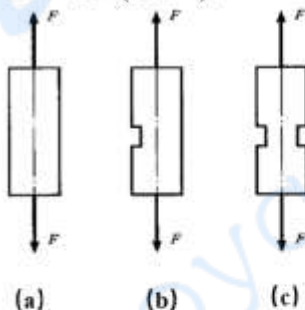


图 5

3. 将桥式起重机的主钢梁设计成两端外伸的外伸梁较简支梁有利，其理由是（ ）

- (A) 减小了梁的最大弯矩值； (B) 减小了梁的最大剪力值；  
 (C) 减小了梁的最大挠度值； (D) 增加了梁的抗弯刚度值。

4. 如果细长压杆有局部削弱，削弱部分对压杆的影响应为（ ）。

- (A) 对稳定性和强度都有影响； (B) 对稳定性和强度都没有影响；  
 (C) 对稳定性有影响，对强度没影响； (D) 对稳定性没影响，对强度有影响。

5. 如图 5 所示杆件承受轴向拉力  $F$ ，若在杆上分别开一侧、两侧切口。令图中(a)、(b)、(c)中杆的最大拉应力分别为  $\sigma_{1\max}$ 、 $\sigma_{2\max}$  和  $\sigma_{3\max}$ ，则下述结论中，( ) 是错误的。

- (A)  $\sigma_{1\max}$  一定小于  $\sigma_{2\max}$ ；
- (B)  $\sigma_{1\max}$  一定小于  $\sigma_{3\max}$ ；
- (C)  $\sigma_{3\max}$  一定大于  $\sigma_{2\max}$ ；
- (D)  $\sigma_{3\max}$  可能小于  $\sigma_{2\max}$ 。

### 三、画图题 (15 分)

画出图 6 所示梁的剪力图和弯矩图。

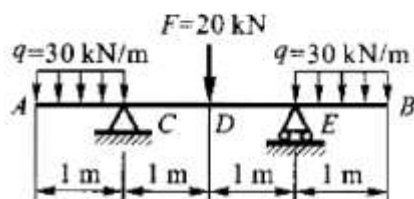


图 6

### 四、计算题 (共计 105 分)

1. (15 分) 卧式拉床如图 7 所示，油缸内径  $D=186\text{mm}$ ，活塞杆直径  $d_1=65\text{mm}$ ，材料为 20Cr 并经过热处理， $[\sigma]_t=130\text{MPa}$ 。缸盖由 6 个 M20 的螺栓与缸体连接，M20 螺栓的内径  $d=17.3\text{mm}$ ，材料为 35 钢，经热处理后  $[\sigma]_b=115\text{MPa}$ ，试求：

- (1) 按活塞杆的强度确定的最大油压；
- (2) 按螺栓的强度确定的最大油压；
- (3) 综合考虑强度条件确定的最大油压。

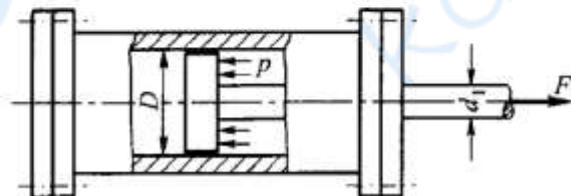


图 7

2. (20 分) 机床变速箱第 II 轴如图 8 所示, 轴所传递的功率为  $P = 5.5\text{kW}$ , 转速  $n = 200\text{r/min}$ , 材料的许用切应力为  $[\tau] = 40\text{MPa}$ 。试求:
- (1) 该轴传递的扭矩大小;
  - (2) 按扭转强度条件设计的轴的直径。

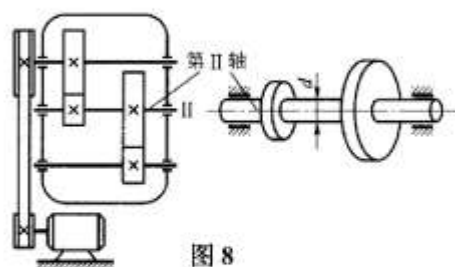


图 8

3. (20 分) 图 9 所示外伸梁受均布载荷作用, 已知:  $q = 10\text{ kN/m}$ ,  $a = 4\text{ m}$ ,  $[\sigma] = 160\text{MPa}$ , 试求:
- (1)  $C$  截面处  $e$ 、 $f$ 、 $g$  三点的正应力;
  - (2) 按正应力强度条件校核梁的强度。

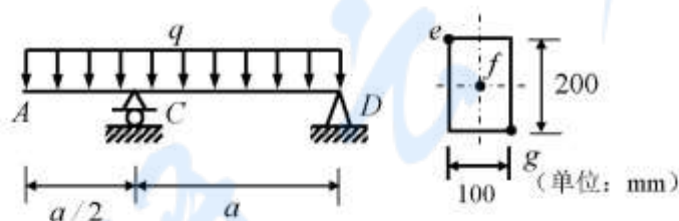


图 9

4. (15 分) 已知单元体的应力状态如图 10 所示, 图中应力单位皆为 MPa, 采用解析法试求:
- (1) 应力分量  $\sigma_x$ 、 $\sigma_y$  和  $\tau_{xy}$  的大小;
  - (2) 主应力大小, 主平面位置;
  - (3) 图示平面内的极值切应力。

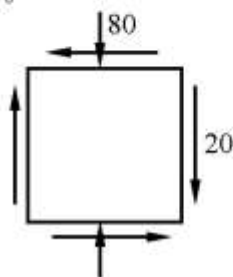


图 10

以上为本书摘选部分页面仅供预览，如需购买全文请联系卖家。

全国统一零售价： **¥ 368.00元**

卖家联系方式： 客服电话： 17165966596（同微信）

微信扫码加卖家好友：

### 考研云分享-精品资料库

真题汇编 | 考研笔记 | 模拟题库



长按二维码加Q仔6号微信  
有疑问直接私聊我

### 考研云分享-官方网站

免费真题 | 免费笔记 | 全科资源



长按二维码跳转至官网  
还有更多内容和服务访问查看